

Introducción a las técnicas de mantenimiento de instalaciones eléctricas industriales

Apellidos, nombre	Pérez Cruz, Juan (juperez@die.upv.es)
Departamento	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales Universidad Politécnica de Valencia

1 Resumen

Cada día el sector servicios goza de una mayor importancia dentro de la industria, y el mantenimiento de instalaciones eléctricas por su globalidad más aún. Muchas veces los iniciados en estas técnicas necesitan conocer, al menos de forma básica, de las tareas mínimas a desarrollar.

Este trabajo realiza un análisis elemental, dada la extensión de este artículo, que aunque básico sitúa correctamente a lector en este tipo de tareas, bien para realizar los trabajos mínimos de estas técnicas, o bien para que el alumno pueda sepa encauzar unos estudios más avanzados sobre el mantenimiento.

2 Introducción

En la industria actual la coordinación de las horas de trabajo tanto de la maquinaria como de la dedicación de las personas, representa un activo muy importante dentro de las tareas empresariales, por ello cuando se produce una parada no prevista, la repercusión que tiene es muy importante. La necesidades industriales de control de estas incidencias está muy de manifiesto desde ya hace bastante años, pero la competitividad y su repercusión en los mercados internacionales han agudizado (si cabe) aún más este tipo de control.

La manera más eficiente de controlar las paradas y su efecto en los procesos productivos no es más que llevar a cabo una serie de medidas de mantenimiento, que interesa que sea de tipo predictivos (localización, reparación y adecuación de las máquinas y modelos), antes de que el paro pueda ser no controlado o por culpa de una avería, o bien que los mantenimientos sean de tipo correctivo ante un paro imprevisto, en cuyo caso lo que se necesita es que el tiempo de paro sea el menor posible.

Las necesidades de las tareas de mantenimiento ha generado un oficio (que podríamos considerar nuevo) que se podría denominar como "gestor de mantenimiento" que unido al ya clásico técnico de mantenimiento, combinan y adecuan las tareas a desarrollar para que los paros imprevistos sean mínimos tanto en cantidad como en tiempo de duración.

En el mercado existen hoy en día cantidad de programas informáticos que tratan de ayudar a gestionar y planificar un adecuado control del mantenimiento. Las personas interesadas en estos temas pueden incluso aprender las técnicas de gestión del mantenimiento, así como las de reparación y demás tareas que intenten evitar las averías intempestivas.

3 Objetivos

Aunque es sobradamente conocido por el autor, que existen diversas formas de especializarse en estas tareas, dentro de los oficios antes mencionados, se quiere hacer una exposición que clarifique (sin el rigor de un máster o una carrera), algunos

de los métodos de funcionamiento de estos trabajos, sin entrar en profundidad en cada una de las diferentes tareas de reparación, de recogida de datos, etc., que realmente lleva un mantenimiento completo. Sin embargo sí que se quiere instruir al lector con unos conocimientos mínimos que le doten de la facultad de conocer el alcance global de estas tareas, y si estimase oportuno y conveniente dedicarle los esfuerzos necesarios para especializarse mediante alguno de los programas completos de formación, antes mencionados. Así pues, entre los objetivos más importantes de este trabajo, se pueden destacar:

- Familiarizar al lector con las técnicas del mantenimiento industrial.
- Instruir al alumno sobre las máquinas e instalaciones que requieren una mayor atención desde el punto de vista del mantenimiento.
- Dotar de unos conocimientos mínimos que permitan al lector evaluar su interés en los cursos y/o máster dedicados a estos temas.
- Sensibilizar a los lectores sobre la conveniencia de proyectar un programa de mantenimiento, enumerando algunas de sus ventajas e inconvenientes.
- El concepto de stock de materiales de repuesto.

Las perspectivas que se podrían analizar sobre las técnicas de mantenimiento y su correspondiente gestión son muy amplias y solo se puede realizar en este trabajo un breve repaso sobre algunas de ellas, las que el autor consideran más interesantes. No se puede estudiar en un texto tan escueto ni de forma más extensa ni más exhaustiva toda la problemática que se plantean en un mantenimiento.

4 Desarrollo

Casi a modo esquemático se van a exponer las necesidades del mantenimiento, en la parte relacionada con las máquinas [1] e instalaciones eléctricas. Así, con solo repasar algunos de los accidentes ocurridos a lo largo de la historia, y más concretamente en los últimos años. Cualquier persona puede recordar incendios de locales de pública concurrencia (discotecas, salas de fiesta o eventos de gran cabida, etc.), en muchos casos casi con toda seguridad un correcto mantenimiento de las instalaciones eléctricas hubiera podido ahorrar desgracias personales con el fallecimiento de diversas personas.

Por otro lado existen en infinidad de instalaciones equipos de “socorro” en el suministro eléctrico, que ante la falta del citado suministro deben permitir la evacuación de las personas o simplemente un adecuado servicio alternativo de energía eléctrica, se puede pensar en ciertas instalaciones de un hospital. Pues bien si estos equipos a la hora de ser utilizados no son posibles arrancarlos y ponerlos en marcha, los efectos serían desastrosos.

Las tareas de mantenimiento como han quedado de manifiesto en los párrafos anteriores, son muy importantes, pero sin el “dramatismo” anterior, en la práctica totalidad de las empresas, además de tener una repercusión en la salud laboral de los trabajadores, también es importantísimo tener en cuenta las tareas de mantenimiento

por motivos estrictamente económicos. Piénsese por un momento que en una cadena de producción, que pueden tener trabajando a multitud de operarios, si se avería una de las máquinas de la cadena, el impacto es brutal desde el punto de vista económico, dado que dejan de trabajar los operarios, y además puede deteriorar el producto que se fabrique, solo pensar en la producción de productos alimenticios (productos lácteos, conservas, etc.) que la fabricación se debe de realizar en unas condiciones muy determinadas, ante un paro imprevisto puede acarrear la pérdida de todo el producto en fase de producción y/o envasado. Se pueden poner de manifiesto multitud de procesos que una avería reporte unas pérdidas muy importantes.

Es por tanto necesarios tener en cuenta que en la industria moderna el departamento de mantenimiento tiene unas funciones muy determinantes.

4.1.- Tareas en la gestión del mantenimiento.

La bibliografía específica en estas materias es amplia [2], ya desde hace muchos años hay métodos y tecnologías más o menos estandarizadas que sirven como punto de partida, pero cada industria o cada instalación es peculiar y puede tener muchas de sus requerimientos similares a otras aplicaciones, pero sin duda hay otras características que la diferencia del resto. Con esto quiere decir que aunque se tenga un determinado patrón de mantenimiento, siempre hay que adaptarlo al entorno de trabajo. Se requiere por tanto que la persona encargado de gestionar el mantenimiento debe de saber distinguir las peculiaridades de su empresa y/o instalación y hacer los ajustes necesarios para optimizar cualquier patrón a seguir.

Comercialmente existen diversos programas informáticos preparados para ejecutar mantenimientos, pero estos deben de permitir una adecuación al medio, tanto en el instante inicial como en el tiempo, ya que las características de funcionamiento deben de evolucionar con el tiempo.

De forma general, la práctica totalidad de métodos de mantenimiento, constan de una toma de datos, una informatización de los datos y un análisis cuantitativo y cualitativo de las repercusiones de las diferentes tareas del mantenimiento. En este tipo de aplicaciones, convencionalmente, las personas que lleven a cabo ambas tareas no suele ser la misma, así:

- **La toma de datos** la realiza, generalmente el técnico de mantenimiento, tras la reparación de las averías o del estado de la maquinaria o equipos, si se ha efectuado una de las posibles revisiones periódicas (mantenimiento predictivo). También es interesante que la toma de datos, anomalías o incidencias (por pequeñas que sean) sean anotadas y comunicadas por parte del operario o manipulador de la máquina o puesto de trabajo.

- **Informatización de los datos**, esta tarea la puede efectuar un informático o incluso un técnico que sepa cuantificar la incidencia reflejada. Los datos hay que estudiarlos antes o durante su informatización. Ya que muchas veces puede ser causa de un "pequeño fraude" por parte del que recoge los datos, utilizando o modificando datos que puedan justificar tareas no realizadas.

- **Tratamiento de datos**, normalmente se realiza con los programas informáticos comerciales, y estos programas debidamente ajustados para cada industria y/o instalación serán los encargados de generar las tareas de mantenimiento preventivo, calcular los costes tanto del mantenimiento correctivo y predictivo como su repercusión en gastos generados por las paradas o averías y la propuesta de un almacén de piezas de repuesto optimizado en costes.

En las industrias en las que se tienen sistemas de control y automatización mediante equipos modernos de control (autómatas programables, microcontroladores, y similares) que además suelen ir conectados a redes de comunicación industrial, estas tareas pueden ser gestionadas y automatizadas de manera que parte de los datos puedan ser transferidos de forma automática, ejemplo de ello serían los tiempo de paro, temperaturas, entradas de sensores, etc., que puedan constituir una información sintomática de este tipo de anomalías. Convencionalmente es muy interesante además a estos datos de repuesta automatizada completarlos con los análisis del personal técnico apropiado.

La tecnología de la gestión automatizada de datos es bastante puntera, y hoy en día solo se emplea en determinadas aplicaciones y casi a nivel de "experiencia piloto". El autor de este trabajo, tiene conocimiento de algunas aplicaciones incipientes en industrias con un porcentaje muy elevado de automatización [3].

4.2.- Mantenimiento preventivo.

Las tareas de mantenimiento denominadas como preventivo, son aquellas que realiza los operarios sin que haya habido ningún tipo de avería, se ejecutan normalmente de forma periódica con unas carencias en el tiempo adecuadas y determinadas por las experiencias basadas en las notas recogidas del envejecimiento de los equipos y componentes perecederos que lo forman.

Una de las tareas más simples y repetitivas que todo el mundo conoce y encuadrable en este tipo de mantenimiento es "**la limpieza**", tanto de equipos como en general de locales, luminarias, máquinas, etc., como se ha indicado la periodicidad de limpieza en cada una de las partes que componen la instalación es diferente. Es aconsejable limpiar el puesto de trabajo al menos una vez al día. Sin embargo la limpieza general de toda la instalación puede tener una cadencia semanal, mensual, anual, o cualquier otra, siempre que se realice de forma que las instalaciones (por suciedad) no representen un peligro para la salud pública. Como ejemplo de este planteamiento se puede tomar la limpieza normal de cualquier local, incluso la del propio hogar.

Además de la limpieza, en máquinas e instalaciones hay que acometer otra serie de revisiones y tareas que mantengan a los equipos en buen estado de funcionamiento. Así se tienen que renovar los lubricantes de rodamientos y sus sistemas de engrase, con periodicidades adecuadas, hay máquinas que precisan de varios engrases diarios otras con una renovación o engrase semanal es suficiente, otros equipos solo necesitan renovar los lubricantes en periodos relativamente grandes. Ejemplo clásico que todos conocen es el cambio de aceite del coche cada cierto tiempo o números de kilómetros.

En la gran mayoría de la maquinaria, durante su funcionamiento convencional, se producen vibraciones, debido a que las alineaciones entre motores de arrastre y la propia máquina arrastrada, nunca son perfectos, y esos desajustes normales provocan vibraciones y esfuerzos que deterioran el acoplamiento y la sujeción de las diferentes partes y anclajes de la máquina. Por tanto, se deben de revisar que los aprietes de los tornillos de sujeción son los correctos.

Las calderas de generación de vapor, como el agua que nutre dicho vapor, por grande que sea el nivel de pureza, siempre llevan sales y demás contaminantes, requieren "purgas" periódicas, se trata de abrir una válvula de escape de vapor de agua, para que salgan los "posos" que se van generando. Es estos equipos (y en otros muchos) hay sensores y válvula de seguridad ante posibles sobrepresiones, deben ser periódicamente ajustados y comprobados. Una mala respuesta de estos equipos puede provocar la explosión de una de estas calderas.

Se podrían hacer un sin fin de referencias de equipos y tareas que deben y tienen que ser resisados y comprobados su funcionamiento para que se eviten averías innecesarias que a su vez puede generar situaciones lamentables desde el punto de vista de la seguridad de las personas y de los equipos [4]. Una breve referencia de tareas comunes a los mantenimientos preventivos de equipos eléctricos sería:

- Revisión de las instalaciones de tomas de tierra.
- Aparamenta de protección de las instalaciones y contra contactos directos e indirectos.
- Sistemas de alumbrados de emergencia, tanto las luminarias como las fuentes de energía que las alimentan.
- Sistemas alternativos de energía eléctrica, tanto de tensiones alternas (grupos electrógenos, como de continua (baterías).
- Apriete de bornas de conexión de los cables a motores, transformadores y demás equipos, comprobación de sujeción de cables e instalaciones.
- Comprobación del funcionamiento adecuado de ventiladores y equipos de refrigeración de máquinas e instalaciones eléctricas.

El mantenimiento preventivo se debe de realizar en su justa medida, ya que ejecutarlo con periodicidades inadecuadas significa un desaprovechamiento de los recursos personales y económicos. Si se realiza en periodos muy largos, se pueden provocar averías, por lo que en ese caso no cumplen con el objetivo propuesto. Para periodicidades muy cortas, se están dedicando medios (personales y económicos) innecesarios.

4.3.- Mantenimiento correctivo.

Al producirse una avería, entra en acción el departamento de mantenimiento de forma que esta tenga la menor repercusión tanto económica como temporal. En este caso se debe de disponer del personal adecuado que minimice tanto los costos, de la

avería como del costo del personal dedicado a estos trabajos. Nuevamente, es difícil determinar de que cantidad y tipo de personal se tiene contratado para estas tareas, hay que recurrir de nuevo a la experiencia del personal que gestione el departamento de mantenimiento, teniendo en cuenta que cada industria o instalación es diferente.

Una de las disyuntivas es la evaluación de si el personal de mantenimiento deba ser parte de la plantilla propia de la empresa, o bien pueda ser personal externo a la plantilla. Como todo, es complicado a priori determinar que solución es la adecuada. Si se cuenta con personal externo, este suele ser contratado de empresas especializadas en el mantenimiento de industrias o de otro tipo (almacenes, hospitales, edificios de oficinas, locales de pública concurrencia, etc), lo que significa que son técnicos especialistas, pero que al ser utilizados en diferentes industrias no acaban de conocer las instalaciones propias con el grado de detalle que debería, y por tanto los tiempos de respuesta y reparación suelen ser más amplios, con la repercusión en el coste económico que representa los paros por avería, ahora bien solo se contrata este servicio cuando es necesario. Sin embargo, en el caso de ser el personal de mantenimiento parte de la propia plantilla, solo debe de conocer la instalaciones de una industria y debe de tener un alto grado de conocimiento de las "debilidades" propias de esta instalación, significa que las averías suelen tener un tiempo de repuesta y reparación más cortos, o lo que es lo mismo con menor coste económico, pero hay que mantener al personal asalariado haya o no averías.

Las soluciones al personal externo o de plantilla, siempre son particulares de cada industria y/o instalación. Es muy usual optar por soluciones intermedias, tener un mínimo de personal propio y ayudarse con empresas especializadas externas, que se contraten solo en averías o como complemento del personal de plantilla.

De esta misma manera, la de combinar las dos alternativas (personal propio y personal externo), se puede gestionar la dedicación de mantenimiento preventivos con el correctivo, pero sin duda el tiempo del correctivo se debe de minimizar ya que eso implica averías que siempre son costosas. Bajo este criterio, las empresas pueden tener un personal de mantenimiento compuesto por un porcentaje de obreros en plantilla y reforzados por personal externo, que convencionalmente van realizando las tareas del mantenimiento preventivo y que esporádicamente dejan de ejercer estas tareas para reparar una avería.

Con las empresas externas se suelen contratar no solo el personal de apoyo descrito, si no que también se contrata, normalmente, otras tareas de mantenimiento que se realizan en periodos estivales o de poca productividad, tales como limpiezas más profundas de equipos de iluminación, revisiones poco periódicas que acaban siendo realizadas durante las vacaciones (engrases de máquinas de poco uso), revisiones de centros de transformación de energía eléctrica, revisiones de maquinaria de transporte, etc.

4.4.- Almacenamiento y stock.

Para realizar la reparación de una avería o llevar a cabo en cambio de piezas durante los mantenimientos preventivos, se requiere de la disponibilidad de las piezas o equipos de sustitución. Analizar que equipos y que cantidad de ellos se necesitan tener

almacenados, va a depender de la periodicidad del envejecimiento de estos y su correspondiente avería. Para estudiar la cantidad de materia prima que se debe de tener almacenada en una industria, de forma que no repercuta negativamente en los procesos productivos, la falta de estos productos, hay técnicas de marketing adecuadas. Existen una buena cantidad de paquetes informáticos que aproximan la solución óptima a cada sector industrial. Tal como se puede entender son temas muy semejantes en los que se trata el capital inmovilizado por el stock y la repercusión de la falta de una materia prima.

El mantenimiento y el almacenamiento de las piezas mínimas necesarias de repuesto, se puede estudiar con métodos o programas informáticos, pero hay que tener en cuenta una serie de variables que harían que el método de estudio deba de particularizarse. Así por ejemplo, se debe de conjugar la disponibilidad temporal del personal de mantenimiento con la de los stock, es decir si el personal a utilizar es externo, también parece lógico que el stock de piezas sea externo, aunque esto repercuta en el tiempo de duración de la avería. Si el técnico de mantenimiento es externo, hay que pensar que debe de venir ver la avería y se debe de desplazar a localizar las piezas a sustituir.

Otra variable a tener en cuenta es que las piezas almacenadas pueden ser parte de una máquina o equipo mayor o completo, y a veces la avería obliga a cambiar el equipo completo y la tecnología en equipos avanza sustancialmente y en poco tiempo puede dejar de ser comercializado el equipo o máquina. Hay que hacer notar que sobre todo en equipos de control eléctricos o electrónicos, pasa algo muy similar a los ordenadores personales, que al cabo de tres años ya se han quedado obsoletos. Por lo tanto hay que tener un relativo equilibrio entre todas estas variables y siempre pensando en los tiempos de avería (su coste) y el valor económico del inmovilizados en equipos.

De nuevo, para determinar correctamente el almacenamiento de material dedicado a las tareas de mantenimiento es muy importante realizar un estudio muy exhaustivo de las averías y su repercusión en el desarrollo del producto y de la vida diaria de la industria y/o instalación. Se necesita una experiencia demostrada para la optimización de estos almacenamientos.

4.5.- Equipos para tareas de mantenimiento.

Dado que las tareas a desarrollar en los mantenimientos son tan diferentes (desde la propia limpieza hasta la observación de vibraciones o calentamientos) los equipos comerciales a utilizar son también muy variados. Aunque se pueden globalizar en unos cuantos fundamentales y apoyarse en los equipos que son susceptibles de contratación.

Lógicamente es imprescindible contar con medidores de las variables eléctricas (tensiones y corrientes) ya que al menos la corriente es sintomática del funcionamiento correcto de muchas máquinas, no solo las máquinas eléctricas, si no también de la máquina o equipos que estén arrastrando[5]. Una periódica comprobación y análisis de la corriente puede detectar que las condiciones de trabajo son buenas. Cuando una máquina no funciona bien se aprecia desajustes en el valor de corriente, por lo

que este análisis por un técnico especialista es muy importante. En la figura 1, se muestra algunos modelos de "pinza amperimétrica" comercial, con ella se puede medir tanto corrientes como tensiones. Apuntar aquí, que el autor de este trabajo está involucrado en un grupo de investigación que analizando adecuadamente la onda de corriente y aplicándole técnicas muy específicas se pueden detectar ciertas averías en fase de iniciación que resultan muy interesantes en motores medianos y grandes.



Figura 1. Detalle de una pinza amperimétrica.

Otro equipo que está irrumpiendo fuertemente en el sector del mantenimiento es las cámaras termográficas, con ellas se pueden detectar zonas en las máquinas y/o instalaciones con temperaturas superiores a su entorno. Los sobrecalentamientos son síntomas de sobre esfuerzos que en muchos casos terminan en una avería. En la figura 2 se puede observar un ejemplo de cámara termográfica con una aplicación.

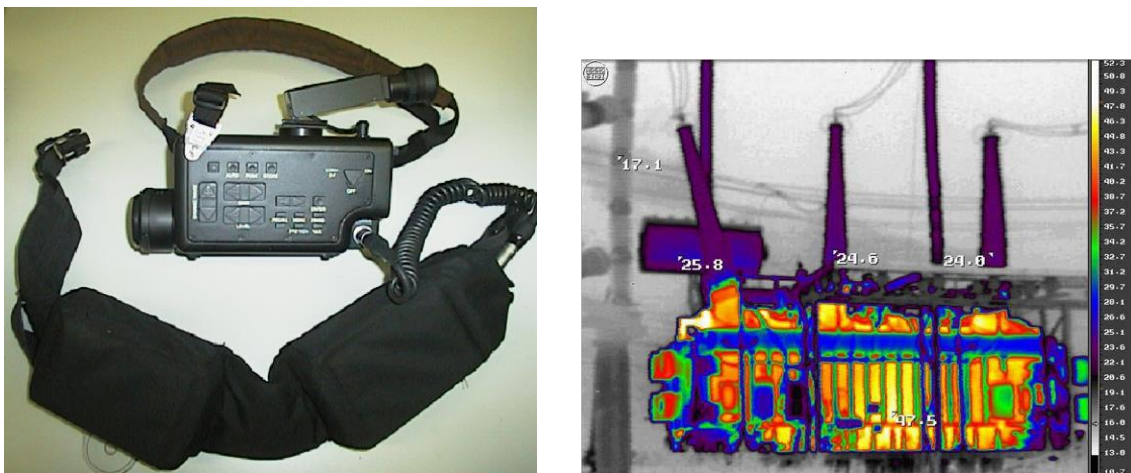


Figura 2. Detalle de una termográfica y una aplicación.

Hay un gran número de equipos de otra índole que se utilizan para las tareas de mantenimiento, tales como los detectores de sobretemperatura (termopares, sondas térmicas), otros para detección de vibraciones, otros para controlar las alineaciones entre motores y máquinas, etc [6]. Pero sobre todo hay que contar con técnicos cualificados para llevar a cabo estas tareas. Se puede disponer de muchos equipos y muy sofisticados pero que requieren de personal técnico para su utilización y el análisis de sus resultados.

5 Cierre

En las industrias actuales, es muy importante la denominada **“productividad”** y una parte muy importante para la obtención de esta, está basada en la optimización de los tiempos de producción, lo que significa que en dichos tiempos no se deben de producir ningún tipo de incidencia que varíe las propuestas de trabajo, por lo que las averías son una de las causas que baja el índice de esta productividad.

Para minimizar el efecto que produce una avería sobre los ratios de producción y su coste, hay que acotar muy bien los recursos disponibles que garanticen los tiempos de parada. Hay que ajustar correctamente los medios humanos y económicos dedicados a estas tareas, hasta conseguir la optimización de los resultados.

Es muy importante que el gestor del mantenimiento, además de tener una adecuada preparación académica, goce de una experiencia apropiada de manera que sepa conjugar adecuadamente el costo de los recursos programados y la repercusión que sobre dichos recursos tendría una modificación en el plan de mantenimiento.

La asignación de tareas, “toma de datos”, informatización de datos”, “personal específico”, etc., es fundamental para obtener un rendimiento de los recursos asignados. Además este gestor, arropado por las tecnologías implantadas en las técnicas de mantenimiento debe ser la persona idónea para establecer un plan de mantenimiento preventivo que dote a cada máquina, equipos e instalación de las revisiones periódicas adecuadas, tanto en número como en tiempo.

6 Bibliografía

- [1] Fernández Cabanas, M., Garcá Melero, M. “Técnicas para el mantenimiento diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas”. Marcombo.1998.
- [2] García Garrido, S. “Organización y gestión integral de mantenimiento”. Díaz de Santos, S.A. 2010.
- [3] Pérez Cruz, J., Pineda Sánchez, M. “Automatización de maniobras industriales mediante autómatas programables”. Univ. Politéc. Valencia. 2006.
- [4] González Fernández, F.J. “Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado”. FC. 2005.
- [5] Guasch Pesquer, L., Ciumbulea, G.E. “Máquinas y accionamientos eléctricos”. Marcombo. 2004.
- [6] Cesáreo Gómez de León, F., Cesáreo Gómez de León Hijes, F. “Tecnología del mantenimiento industrial”. Editum. 1998.